PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

10-256647

(43)Date of publication of application: 25.09.1998

(51)Int.CI.

H01S 3/18

(21)Application number: 09-058086

(71)Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing:

12.03.1997

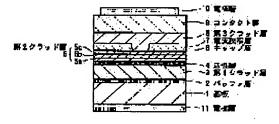
(72)Inventor: SASAKI MITSUO

(54) SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT AND FABRICATION THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser element excellent in current-optical output characteristics and voltage-current characteristics and having low coherence, and a high yield fabrication method thereof.

SOLUTION: A first conductivity type buffer layer 2 having composition of AlxGa1-xAs, a first conductivity type clad layer 3 having composition of AlxGa1-xAs, an active layer 4 having composition of AlyGa1-yAs, a second conductivity type second clad layer 5 having composition of AlxGa1-xAs, a second conductivity type GaAs cap layer 6, a first conductivity type current constriction layer 7 divided into two regions, a second conductivity type third clad layer 3 having composition of AlxGa1-xAs, and a second conductivity type GaAs contact layer 9 are formed sequentially on a first conductivity type GaAS substrate 1 thus constituting an AlGaAs based semiconductor laser element. The p-conductivity type clad layer 5 out of first and second



clad layers comprises a plurality of inner layers 5a, 5b, 5c doped with different dopant and the diffusion coefficient of dopant in respective inner layers increases sequentially as receding from the active layer.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国物群庁 (JP)

辍 4 粘 华 噩 4 8

(11) 格群出版公開組申 € 特開平10-256647

(43)公開日 平成10年(1998) 9月25日

3/18

H01S

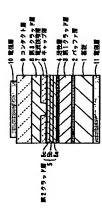
H01S 3/18 51) htd.

(21) 出版部号	98085-6法国转	(71) 出版人 00005234	000005234
(22) 出版日	平成9年(1997) 3月12日		富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田14
		(72)発明者	佐々木 光夫
			作表词误归题形列题对田边的田工作作工作 化二氯化二氯化二氯化二氯化二氯化二氯化二氯二甲二二二二二二二二二二二二二二二二
		(74)代理人	(74)代理人 弁理士 傑都 正治

54)【発表の名称】 中華体フーが表子はよびその製造が法

れ、また可干が性の小さい半導体レーザ素子およびその 【展題】 電流一光出力特性および電圧一配流特性が優 安留りの高い製造方法を提供する。

Gan-r As程成の第1クラッド層3、Aly Gan-y As組成 [解決手段] 第1 導電型のGaAs基板1上に、第1導電型 のAls Gai-s Asの組成のパッファ層2、第1導電型のAl の活性層4、第2導電型のAls Gan-s As組成の第2クラ 電型のAir Gan-s Asの組成の第3クラッド層8、第2導 ■型のGaAsのコンタクト層9が頃に積層されているAiGa **68米半海体レーが救子において、町配第1または第2ク** ラッド層のうち導電型がp型であるクラッド層5はドー パントが異なる複数の内層 (5 c、5 b、5 a) からな り、前配各内層のドーパントの拡散保数は前配活性層か ッド層5、第2単配型のGaAsのキャップ層6、第1導配 型の2つの区域に分割されている電流狭窄層7、 第2導 ち強ざかるに従って顧に大きくなっている。



審査関決 未請求 請求項の数8 〇1 (全10 頁) 部1与 學1中

特許請求の範囲】

層、第2尊電型のGaAsのコンタクト層が順に積層されて 層、第1導電型のAlx Gar-x As (0 m×≤1) 組成の第 1クラッド層、Al, Gal-, As (0≦y≤x≤1) 組成の 活性層、第2導電型のAlx Gal-x As組成の第2クラッド 層、第2導電型のGaksのキャップ層、第1導電型でレー 「静水項1】第1 導電型のGaAs基板の一主面上に、第1 尊鑑型のAlr Gan-rAs (0≤x≤1)の組成のパッファ ザ光軸と平行に2つの区域に分割されている電流狭窄 層、第2導電型のAlx Gal-x Asの組成の第3クラッド

いるAlGaAs系半導体レー扩繋子において、前配第1また は第2クラッド層のうち導電型がp型であるクラッド層 はドーパントが異なる複数の内層からなり、前記各内層 のドーパントの拡散係数は前配活性層から遠ざかるに従 って頃に大きくなっていることを特徴とする半導体レー

【精水項3】前記p型であるクラッド層の厚さは0.3 Mg、2nのこの頃の2つ以上の組み合わせであること 【静水項2】 前記ドーパントは前記活性層側から、C、 を特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ素子。

するこのクラッド層の混晶におけるAI組成差 (Δx) は

ないし0. 45 mmの範囲であり、かつ前配活性層に対

0. 35ないし0. 6の範囲であることを特徴とする詩

署、第1導電型のAlx Gal-x As (0≤x≤1) 組成の第 1クラッド層、Alv Gal-v As (0≤y≤x≤1) 組成の 活性層、第2導電型のAlx Gal-x As組成の第2クラッド 層、第2導電型のGaAsのキャップ層、第1導電型でレー 【請求項4】第1導電型のGaAs基板の一主面上に、第1 導電型のAlz Gal-zAs (0≤×≤1) 組成のパッファ 女頃1ないし3に記載の半導体ワーが禁子。

第2 導電型のGaAsのコンタクト層が順に積層されている AlGaAs系半導体レーザ素子ににおいて、前記パッファ層 と前記第1クラッド層との間、もしくは、第1クラッド 国内にフーナ光気と 中にに 2 0 の 区 及に 少 型 か た い ら 第2 導電型の第2の電流狭窄層を形成することを特徴と **ザ光軸と平行に2つの区域に分割されている電流狭窄** 署、第2導電型のAlr Gal-r As組成の第3クラッド層、 する半導体ワーが軽子。

活性層に対して、輓像対称形であることを特徴とする詩 【請求項5】前記鑑谎狹容層と前記第2の電流狭窄層は **长掻4に記載の半導体フーが転止。**

9

【請求項6】前記電流狭窄層に挟まれるストライプ部は メサ構造であることを特徴とする請求項5に記載の半導

記す) 比10ないし30の範囲で成膜し、前配第2クラ ッド瘤の他の層はV/III 比180ないし220の抵囲 【糖水項7】 糖水項1ないし6に記載の半導体レーザ素 子の製造力法において、前配第2クラッド層のドーパン トがこの層をV族原料ガスと||| 族原料ガスの供給にお けるV核元素と!!! 核元素のモル比 (以下V/!!! 比と

特別平10-256647

ଷ

で成膜することを特徴とする半導体レーザ素子の製造方

L程、次いでこのストライプマスクに被覆されていない [請求項8] 請求項6に記載のストライプ部のメサ構造 **はエッチングストップ層、クラッド層およびキャップ層** の積層工程、クラッド層上へのストライプマスクの形成 即分のキャップ層およびクラッド層をエッチングストッ プ層まで除去する工程によって形成されることを特徴と する半導体レーザ繋子の製造方法。

【発明の詳細な説明】 [0000]

10

(0 ≦y≦1) からなる活性層を有し、近赤外光を出り 【発明の属する技術分野】本発明は、AI y Gai-y As するAlx Gal-x As系(0≤x≤1)系の半導体レーザ 子に関する。

が、の従来例について図面をもとに説明する。この例で はGaAs基板の導電型をn型としたがp型の場合は以下の 【従来の技術】単一横モードで発援するAlx Gai-x As系 全ての導電型を逆にすればよい。図17は従来のLD素 (0≤×≤1) 半導体レーザ繋子 (以下LD繋子と略 [0002] 20

6、n型の電流狭窄層8、p型の第3クラッド層9、p 子のへき関面に平行な断面図である。しり葉子のへき関 面の弦線はレーが放射光の光軸でもある。n 型のGaAs基 n 型のパッファ層2、n 型の第1クラッド層3、 吞性層 型のコンタクト層10がこの順に積層されている。ただ 板1のへき関面に垂直な面(以後業子面と言う)上に、 4、p型の第2クラッド層5、p型のGaAsキャップ層

に質通している幅が数4mのストライプ状の部分(以後 し、電流狭窄層8は素子面の中央の両へき関面間を垂直 ストライプは第3クラッド層9で埋まっており、GaAsキ ストライプと言う)を挟んで2つの部分に別れている。 ナップ層6と第3クラッド層9とは解接している。

[000:3] LD 数子の両数子面には配流を流すための p 側電極11、n 側電極12がそれぞれ積層される。p 8とGaAsキャップ層6または第2クラッド層5との界面 に形成されているp-n接合は逆方向となり電流は流れ ず、ストライプだけに順方向電流が集中して流れる。従 って、ストライプに近接している活性層4を模切る電流 は略ストライプ幅に集中する。さらに、観戒狭物層8は トライプのサイズを適切に遵ぶことにより素子の安定な 関からn個に順方向電流を流す場合に、この電流狭窄層 横モード発振を可能とし、発振の発振開始値電流を低減 活性層4で発光した光の吸収層の役割を持っており、

ェハの1 森子分を示すへき関面断面図であり、 (a) は 致化ケイ素層のパターニング工程後、(b) は**電**流狭窄 【0004】このようなLDは通常次のようにして製造 される。図18は従来のLD業子の主な製造工程後のウ 層の遊択エピタキシャル成長後、(c) は電極用金属膜

-2-

20

+

個6 (p型GaAs, キャリア徹底1×1018cm-3, 厚さ0 成験後である。先ず、n型Gaks基板1(Siドープ、キ ナリア兼限2×1018cm-1、耳さ300mm)上に、右 ファ陽2 (n型、厚さ0. 2 nm)、第1クラッド陽3 度5×1011cm-1、厚さ1μm)、活性層4(ノンドー プAlo. 1 Gao. a As、厚さO. 1 μm)、第2クラッド階 敷皮5×1017car1、厚さ0.3μm)、GaAsキャップ 機金属気相成長(以下、MOCVDと記す)によりパッ (n型Alo.s Gao.s As、ドーパントはSe、キャリア論 5 (p型Alo.s Gao.s As, ドーパントは2n、キャリア 01 μm) を順次成長させる。

【0005】なお、このGaAsキャップ幅6は、以降の数 化胰成膜工程とそのパターニング工程が直接GaAIAs層に を防止するために散けている。次に、このウェハ上に酸 化ケイ素層をスパッタにより成蹊し、フォトレジストを **適用されると高抵抗のAI酸化膜が生成されるので、これ** 数布してパターニングを行いキャップ層6の上に幅5 μ ■のストライプ状マスク1を形成する(図18

(a)

[0011]

[0006] 太に、再度MOCVDにより観視狭治暦8 (n型6a/s、キャリア歳度1×1011car3、厚さ0.3 イ奈陽 (マスク7) 上にはGaAs膜は成長しない (図18 7を除去したのちに、第3クラッド層9 (p型Alo.s Ga um)を成長させる。この時、選択成長が起こり酸化ケ (b))。そして、MOCVD装置から取り出しマスク に、ウェハ上下のp回電艦11、n回電艦12を形成す o.s As、キャリア撤収5×1017cm-3、両な0.8μm) およびコンタクト曜10(p型GaAs、キャリア激度 1×1019cm1、厚さ5.0μm)を成長する。最後 この状態を図18 (c) に示す。

【0007】上記の製造工程の徒、ウェハを(図18の **紙面に平行に) へき聞しパーとし、さらにこのパーをス** クライブして、個別のレー扩票子は得られる。

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上の ようにして製造されるLD素子には以下のような問題点 5から2nがそれぞれ拡散し活性層で選在する、すなわ ち、活性層4内にドーパントがパイルアップする。その ため、活性層内でのp-n接合が不良あるいは、接合位 により、発光効率が悪くなり大きな動作電流が必要とな がある。これらのエピタキシャル成長中に、第1クラッ ド層からドーパントである Seが抗散し終 2クラッド層 置が活性層からずれる (リモートジャンクション) こと [0008]

第1、第2クラッド層とのAls Gan-s As組成整が少ない 【0009】また、第1クラッド層と第2クラッド層よ り括性層の屈折率を数%高くじてわるために、阻折母の 高い活性層に光紋を閉じ込めることができるが、クラッ ド層に表みでた光波はクラッド層パンドギャップが大き いと吸収を受けずに伝教することができるが、活性層と る。極端な場合にはレーザ発版をしないこともある。

と前記第1クラッド層との間、もしくは、第1クラッド

第2時配型の第2の電流狭窄層を形成することとする。

20

NIGaAs米半導体レーザ素子ににおいて、前記パッファ層 **唱内にフーザ光幅と平行に20の区域に分割されている**

ホールがクラッド層での障壁を乗り越えてしまうことに より、動作質電流が大きくなり、発光効率が悪くなるな ど極端な場合にはレーザ発版をしないなどの不良素子と ことから屈折率差がちいさくなり光波の閉じ込めが弱く なる。あるいは、パンドギャップ差が小さくなり電子、

中にあり、クラッド層から括性層への低流の広がりが適 正化されており、また活性層への光の閉じ込めが適正化 されていて、電流一光出力特性および電圧一電流特性が 優れ、また前者の温度変化の少ない、また可干渉性の小 さいLD素子を提供し、またその歩留りの高い製造方法 【0010】この本発明の目的は、p -n 接合が活性層 を扱供することにある。

めに、第1導電型のGaAs基板の一主面上に、第1導電型 のAlı Gar-ı As (0 w × 1) の組成のパッファ層、第 [課題を解決するための手段] 上記の目的を達成するた 1 導配型のAlr Gal-xAs (0 w × 1) 組成の第1クラ ッド層、Aly Gan-y As (0≤y≤x≤1) 組成の括性

軸と平行に2つの区域に分割されている電流狭窄層、第 2専電型のAlr Gai-r Asの組成の第3クラッド層、第2 導電型のGaAsのコンタクト層が順に積層されているAlGa ラッド層のうち導電型がp型であるクラッド層はドーパ ントが異なる複数の内層からなり、前記各内層のドーパ 第2導戦型のGaAsのキャップ層、第1導電型でレーザ光 As系半導体レー扩素子において、前配第1または第2ク ントの拡散係数は前配活性層から遠ざかるに従って順に 層、第2導電型のAlx Gal-x As組成の第2クラッド層 大きくなっていることとする。

い。この組み合わせは、C-Mg、C-Zn、Mg-Z り、かつ前記活性層に対するここのクラッド層の逸晶に おけるAI組成器 (Δx) は0.35ないし0.6の範囲 Mg、Znのこの頃の2つ以上の組み合わせであると良 n、またはC-Mg-Znである。前記p型であるクラ **【0012】 柜筒ドーベントは柜筒が有事値から、C、** ッド届の厚さは0.3ないし0.45 μm の範囲であ

層、第1導電型のAlx Gan-x As (0≤x≤1) 組成の第 1クラッド層、Al, Gai-, As (0 My N × 1) 組成の 活性層、第2導電型のAla Gal-a As組成の第2クラッド [0013] 第1導電型のGaAs基板の一主面上に、第1 第2導電型のGaAsのコンタクト層が順に積層されている 層、第2導電型のGaAsのキャップ層、第1導電型でレー げ光軸と平行に200区域に分割されている電道狭窄 層、第2導電型のAlr Gal-r As組成の第3クラッド層、 導電型のAlx Gal-x As (0 S x ≦ 1) 組成のパッファ

活性層に対して、競像対称形であると良い。 前記電流狭 / ラッド層のドーパントがCの層をV/III 比10ない し30の範囲で成膜し、前記第2クラッド層の他の層は 上記の半導体レーザ素子の製造方法において、前記第2 容層に挟まれるストライプ部はメサ構造であると良い。 V/III 比180ないし220の範囲で成膜すると良

程、クラッド層上へのストライプマスクの形成工程、次 いでこのストライプマスクに被覆されていない部分のキ 【0015】上記のストライプ部のメサ構造はエッチン **ャップ層およびクラッド層をエッチングストップ層まで** グストップ層、クラッド層およびキャップ層の積層工 除去する工程によって形成されると良い。

温を経過しても、拡散係数の大きいドーパントは活性層 て精度良く、階段状に活性層内に形成され、動作電流の 内層のドーパントの拡散係数は活性層から遠ざかるに従 って順に大きくなるようにしたため、以降の成膜時の高 従って、ロロ接合は拡散係数の小さいドーパントによっ ッド層をドーパントの異なる複数の内層の積層とし、各 までは拡散して来ない、また、拡散面は急勾配である。 低減と、歩留りの向上が期待できる。

【0017】 適しているドーパントと拡散係数はそれぞ (Jth) の値度依存性は次式で表される。

[0014] 前記電流狭窄層と前記第2の電流狭窄層は

生のLD素子を得ることができる。

【発明の実施の形態】本発明によれば、p型のあるクラ

発振に寄与するキャリアは伝導格中の擬フェルミ準位近 れ、Cは6. 0×10-18 cm²/s (900℃)、Mgは 1. 0×10-13 cm²/s (900°C), Znit5. 3× 10-ºcm²/s (900℃)であり、CとMBはZnに較 ペ数桁も小さいので、CまたはMgを活性層の隣接内層 は、薄すぎると活性層との屈折率差が大きくなり(横方 **伝染佰邸が母恕≥1.0×10-3)シングルモード発版** ド発振になり、可干渉性が小さくなるが、鬼流狭窄層か 傍の電子でるが、高温になると励起されたキャリアの平 となり、可干渉性は大きくなる。厚くするとマルチモー らの注入電流がクラッド層の横方向へ拡がり発振開始値 電流や動作電流が大きくなる傾向がある。本発明によれ ば、クラッド層の厚さは、これらの特性がいずれも滴た されるように最適化されている (図6畚照) また、半導 体レーザの発振開始値は温度にも大きく依存し、レーザ このために発揮に寄与するキャリアの割合が減少し発振 に用いることができる。また、第2クラッド層の厚さ 均エネルギーが擬フェルミ準位よりかなり上にあがり、 開始値が大きくなる原因とされている。発展開始電流

[0018]

To は特性温度(素子に固有の定数)であり、この値が 小さいほど」thの遺度依存性が大きくなる。本発明によ れば、クラッド層AI組成を最適な範囲(図8参照)と [数1] Jth∝exp (T/To)

20

特開平10-256647 し、また活性層内にpn接合界面を形成しキャリアを効 **率よく住入することとしたので、住入キャリアのリーク** がなく結晶欠陥の少ない膜を得ることができ、良好な特 €

【0019】逆にAI組成差を大きくしすぎると組成差に よる熱膨張係数に差が生じ膜中に蚤みが増え結晶欠陥の 発生となり膜モホロジーの悪化となる。また、活性層と クラッド層には注入キャリアの綴じ込め効果をもたすた かに電流狭窄層を 2 段構造としたことにより、活性層中 のキャリアの広がりは2つ観光狭窄層により活性層の両 側で狭窄されるので、電流狭窄層が1段の場合より狭め 助作配流に対する微分効率が向上する。Cをドーパント とする場合、本発明によるV/III 比であれば、成長格 晶の原料であるトリメチルガリウム (TMG) やトリエ チルガリウム(TEG)等のトリメチル基またはトリエ れ、Asサイトに入り、アクセプタとなる。V/III 比 が200付近であれば、取り込まれる量は少なく、他に チル基に在中のCは膜中に取り込まれ、ドーピングさ ドープされたドーパントの特性に従って導電型は定ま られ、往入効率が向上し、発版開始電流が低下する。 到城中の光密度が一様となり、発援開始亀流の低下 【0020】さらに、競像対称としたため、光閉じ

[0021] 次に本発明を実施例に基づき説明する。

図1は本発明に係る実施例の半導体レー扩素子の断面図 り、同じ符号を用いているので説明を省略する。本発明 に係る第2クラッド層5は活性層4側から順に、Cドー プ層5a、Mgドープ層5bおよび2nドープ種5cの である。第2クラッド層以外は従来と同じ層構成であ 徴層としてある。 【0022】以下、製造工程に沿って説明する。この実 施例の半導体レーザ楽子の製造方法は第2クラッド層部 を除いて従来の製造工程に同じであるので、従来の製造 プロセスの説明で用いた図18を兼用し符号の説明を省 気相成長 (MOCVD) により、厚さ0.2 μm のn型 GaAsからなるパッファー層2、第1クラッド層3(n型 Alo.s Gao.s Asキャリア酸度5×1017cm-3、厚さ1 u 略する。先ず、n型GaAs基板1(Siドープ、キャリス 韓度5×1019cm-3、厚さ300 nm)上に、有機金| m)、活性層4(ノンドープAlo. 1 Gao. 9 As、厚さO. 1 μm) を積層する。

【0023】さらに、本発明に係る多層の第2クラッド 酉5を形成した。ドーパント以外は従来の第2クラッド 哥成膜に同じである。第2クラッド層5全体の組成はp 型のAlo.s Gao.s As、キャリア激度は1×1018cm3と した。第1内層5gは四臭化炭素をドーピング用原料ガ スとして用いた、Cドーブの届であり、厚さを0.15 16、第2内層56はピスシクロペンタジエニルマグネシ ウムをドーピング用原料ガスとして用いた、Mg ドーブ

-3-

9

特開平10-256647

るために散けている。次に、このウェハ上に厚さ0.0 工程とそのパターニング工程が直接Ga/I/As層に適用され [0024] 次にGaAsキャップ層6 (p型 GaAs、キャ た。なお、このGaAsキャップ層6は、以降の酸化膜成膜 ると高抵抗のAI酸化尿の生成されるので、これを防止す 4 μα の酸化ケイ素層をEBにより、次いで厚さ0.1 り、幅3μmのストライプ状のマスク7を形成した(図 18 (a))に示す。EBにより成僚した二酸化ケイ素 層はスパッタにより成膜した二酸化ケイ鞣膜の20倍の 0. 1 μα 程度の1重のスパッタ段でもストライプは可 リア鎌戌1×10¹⁶car²、厚さ0.03 um)を成限し エッチング遊度をもつので、2 重マスクとしておくと、 【0025】 通常のフォトプロセスパターニングによ 次の電流狭窄層の側面に溝が生じない。または、厚さ 0 nm の酸化ケイ素層をスパッタにより成既した。

映発編8 (n型GaAs、キャリア改度1×1019cm-3、厚 さ0.3μm)を成成した(図18(b))。 次にマス ク1を除去し、厚さ1. 1 um の第3クラッド图9 (p 型Alo.s Gao.s As、キャリア級度5×1017cm-3) およ ぴコンタクト層10 (p型GaAs、キャリア設度1×10 り、林氏のMOCVDによりマスク部をのぞいて、電液 【0026】次に、マスク1は強択成長用マスクであ Post 3、厚さ5. 0 μm)を成成した。

Ş 30 配権12を形成した(図18(c))。上記の製造工程 力時の動作電流(以降、動作は3両出力時とし注記を省 [0021] 最後に、ウェハ上下のp回転極11、n回 の後、ウェくをへき開し(図18の紙面に平行に) ベー とし、さらにこのペーをスクライブして、個別のLD茶 子とした。本実施例によって製造された半導体レーザ茶 子のレーが称在(光出力一句说(1-1)称在および包 圧-配流 (V-1) 特性)を評価し、従来のLD素子と ラフであり、(a) は本発明に係るLD数子の場合であ り、(b)は従来のLD祭子の場合である。従来LD祭 子では、蛯飯配谷値包指が扱く50m以上あり、3 mH 略する)は B Sm以上と 高く極極な故合には Dーが発版 発展開始値配流は45m程度となり動作型流は55m前 の比較を行った。図2は几口数子のワーザ格位を示すグ しない場合もあった。これに対し、本発明の案子では、 後と良好な特性であることが明らかとなった。

【0028】また、第1導気型のクラッド層と活性圏お よび第2導戦型のクラッド層の徴磨部の殺さ方向 (層に い、不純勉分布を聞べた。図3は第1時1位型のクラッド 層、括性層および第2導電型のクラッド層における不純 動分布を示すグラフであり、(a)本発明に係るLD森 銀直方向)への二次イオン質量分析 (SIMS)を行

安施例5

S

7

る。従来技術の場合は、活性圏内にZnとSeが高機度 で共存しているが、本発明の場合は活性圏内でのCとS e は高禄度では共存していず低禄度で各カープは交わっ ており、pn接合は活性層内にあることが判る。また、 子の場合であり、(b)は従来のL口乗子の場合であ 2nおよびMg も活性層内には拡散していない。 MOCVDの原成長時にV/III 比を10~30の範囲 とすることにより、ドーピング原料ガスを用いずに、C をキャリア発生原不純物としてキャリア酸度を制御する ことができる。図4は本発明に係る製造方法におけるV /111 比に対するキャリア微度のグラフである。 実施例 1 と同様の層構成とし、第2導電型の第2クラッド層下 6. 0×1011cm-1とした。 粧2クラッド個内の街の囮 **層成膜時のV/III 比を20として、キャリア歳度を** は実施例1と同じとした。

【0029】図5は本発用に係る他の実施例のLD案子 のレーザ特性を示すグラフである。奥施例1とほぼ同じ であり、第2クラッド層のキャリア歳度が従来よりも高 いため、動作範圧は低くなっていることが判る。

実施例1の層構成では、第2導電型の第2クラッド層の ザ光の可干渉性 (a) % が変化することが判った。図6 は本発明に係るLD素子の可干渉性 (α) の第2クラッ **厚さによった、鶴漑一光出力(1 - 1) 条柱およびァー** ド周の厚さ依存性を示すグラフである。 【0030】第2クラッド圏の厚さを300~450nm とすると、電流一光出力(1.一L)特性では、発振開始 有偶能は40mA以下、整存結指は50mA以下であり、V -1特性でも動作電圧 (Vop) は2. 0V以下と、良好 であった。図7は本発明に係る第2クラッド圏厚さ40 0 nmのLD数子のレーザ特性のグラフである。また、こ の厚さ範囲では、可干夢性(a)は70%以下と光ピッ クアップなどに要求される a M 9 2 % を十分猶たしてい ることが判る。

また、実施例1の簡構成では、レーザ特性の温度特性が 第2クラッド쭴と活性圏のAI組成差(△Ⅹ)に依存して いることが判った。図8は本発明に係るし口祭子の俗性

L、120K以上の作性値取(To)が得られることが は、電流一光出力(I-L)特性では、発扱開始値電流 は50mk以下、魁作衛旗は60mk以下、禹田一鶴渡(N -1) 特性では動作電圧Vopは2. 0V以下と良好であ 温度(To)の第2クラッド周と活性嵒のAI組成差依存 問る。図9は本発明に係るΔX≃0、57のLD素子の レーザ特性のグラフである。AI組成盤が上記の範囲で 【0031】0.35≦4X≦0.57の範囲とする 性を示すグラフである。

従来と同様の풤櫓成の第2クラッド層を有するLD茶子 において、パッファ 題と第1クラッド圏の間に第2の電 斑狭窄層を散けることにより、活性層へのキャリアの注 入効率を改善することができる。

クラッド局 5 および第3クラッド閥 8 との位置関係と製 る。第2の電流狭窄圏の符号は7gである。第2の電流 狭窄層 7 aのパッファ層 2 および第1クラッド圏 3 との 位置関係および製造工程は、従来の電流狭窄層7の第2 [0032] 図10は本発明に係る第2の電流狭窄層を 育するしD素子の第2の電流狭窄層付近の断面図であ 造工程の関係に同じである。

ラフである。発復開始値電流は35mk以下、動作電流は [0033] 第1クラッド層のキャリア機度を2.0× 1014cm-3以下とした他は、実施例1のLD素子と同じ より、電流の広がりが従来よりも制限され、活性層を流 れる電流密度が高くなり、すなわちキャリアの注入効率 が改善されて、配流-光出力特性は向上し、奥施例1よ り優れた特性を得ることができた。図11は本発明に係 である。 活性暦 4 が 2 つの電流狭窄層に挟まれることに 4 5mA以下であり、また、発光効率は従来し口索子より る第2の電流狭窄層を有するLD素子のレーザ特性のグ 約30%程度高く、電圧一電流特性では動作電圧 (Vo p) も2. 0V 以下とも良好であった。

らに、形状も対称とするため、第1の観視狭窄層 7に挟 て対称であるLD繋子の断面図である。 第2の電流狭窄 まれるストライプ部をメサ構造とし、ストライプ部の側 層78を第1クラッド層下層38と第1クラッド<u></u>B上層 3 bの間に置いて、第1の電流狭窄器7と活性器 に対 して対称の(毎距離の)位型関係にあるようにした。さ 図12は本発明に係る2つの電流狭窄層が活性層に対し 面は従来とは逆勾配となっている。

[0034]図13は本発明に係るメサ構造を得るため の製造工程を示す断面図であり、(a)はストライプ状 のマスク形成後、(b)はメサエッチング後、(c)は 第3クラッド層成膜後である。メサ構造Msを形成する た。ストデイプはストライプマスクMを上辺とする台形 ためのメサエッチングを第2クラッド下殴ちa (耳さ4 0.0㎞)の数面迄行うため、第2クラッド下層5gの上 にエッチングストップ層Es (厚さ50m) を成膜し、 さらに第2クラッド上閥5cとキャップ뤔6を積櫓し となり、電流狭窄層1の側面は従来とは逆の勾配とな る。第3クラッド周の成膜以降は従来と同じ工程とな

【0035】第2の電流狭磐層7aと第1クラッド下磨 3 a、第1クラッド上層との関係は、従来の電消狭磐層 き、レーザ特性の改善を図ることができた。図14は本 7と第2クラッド殴ちと第3クラッド略8の関係(図1 7、18)と同じである。光り閉じ込め効果を改善で

特性では発展開始値電流は35mA以下、動作電流は45 M以下、亀圧-電流物性では動作電圧 (Vop) は2.0 るし口案子のレーザ特性のグラフである。観戒一光出力 V 以下と良好であった。

活性層に対して対称であるし口素子の可干渉性の活性局 と電流狭窄路との距離放存を示すグラフである。距離が 27ないし0.5μmの範囲内では可干渉性は95 ※以下であることが判る。図16は本発明に係る2つの 【0036】図15は本発明に係る2つの電流狭窄層が 電流狭窄層が活性層に対して対称であるLD葉子の特性 温度のクラッド層厚さ依存性を示すグラフである。距離 が0. 23ないし0. 52μm の範囲内では特性通過 120K以上であることが判る。

従来の単一ドープ層としたが、実施例1と同様に多層と [0037] 実施例6および1では、第2クラッ することができる。

[0038]

20

[発明の効果] 本発明によれば、第1専収型のGaAs基板 (0 ≤ y ≤ x ≤ 1) 組成の活性層、第2導電型のAlr Ga I-x As組成の第2クラッド層、第2導電型のGaAsのキャ ップ層、第1導電型でワーザ光輪と平行に2つの区域に 分割されている電流狭窄層、第2導電型のAlr Gal-r As の組成の第3クラッド層、第2導電型のGaAsのコンタク ト層が順に積層されているAlGaAs系半導体レーザ案子に おいて、前記第1または第2クラッド暦のうち導電型が p型であるクラッド層はドーパントが異なる複数の内層 からなり、前配各内層のドーパントの拡散保数は前配活 性層から遠ざかるに従って順に大きくなっているように したため、拡散係数の大きいドーパントは活性層に到達 せず、活性層内に精度良く b n 接合が形成され、レーザ 1) の組成のパッファ層、第1導電型のAlr Gal-r As (0≤×≤1) 組成の第1クラッド層、Aly Gal-y As の一主面上に、第1導電型のAlr Gal-x As (0≤x≤ 特性は優れている。またその製造歩留りは高い。

【0039】また、p型クラッド層の厚さおよび活性層 り、路板開始臨液や動作電流の低いフーザ特性の良好な のため、光ピックアップに適している。さらに包戒券 に対するA1組成整を適正にしたので、レーザ特性の **商を2つとし括性圏に対して対称構造とすることによ** 質変化を小さく、また レーザ光の可干渉性は小さい。 だけでなく、可干渉性の低いLD素子を提供できる。

[図面の簡単な説明]

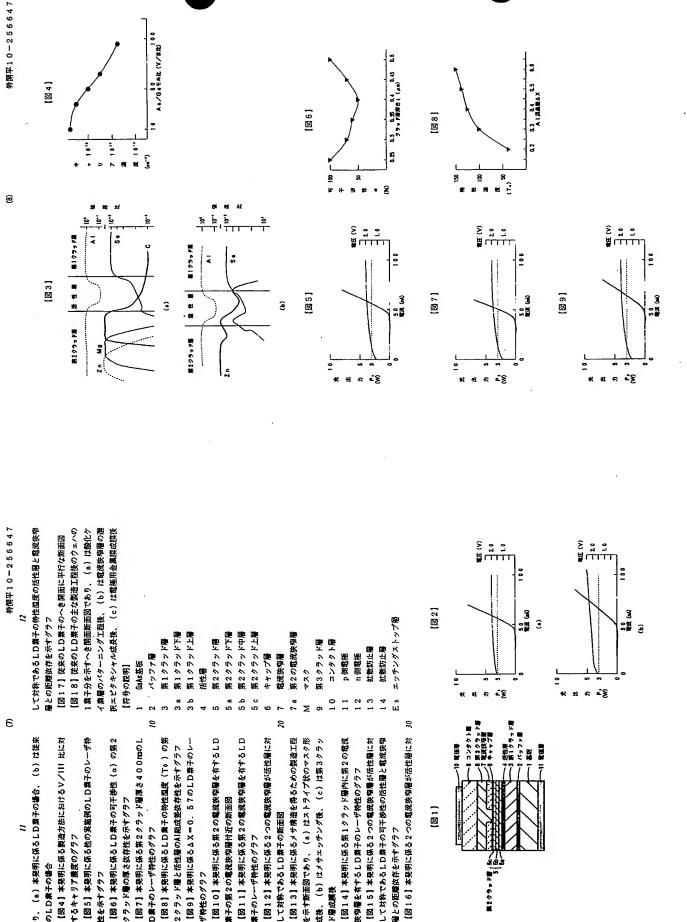
【図1】本発明に係る実施例の半導体レー扩繋子の断面

(8) は本発明に係るLD繋子の場合、(b) は従来の [図2] LD繋子のレーザ特性を示すグラフであり、 し口数子の場合 【図3】第1導電型のクラッド層、活性層および第2導電型のクラッド層における不純物分布を示すグラフであ

20

発明に係る第1クラッド圏内に第2の電流狭窄圏を有す

-9-



下層成類後

のLD素子の場合

性を示すグラフ

が特性の グラフ

f

-